



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UDELAR



INSTITUTO DE AGRIMENSURA

Topografía Altimétrica

Informe Práctico N°1

CONTROL DE INSTRUMENTAL - Nivel



Lucía Lemos - Oscar Mourat - Agustín Cortondo

Prof. Ing. Martín Wainstein

Prof. Ing. Magali Martínez

Prof. Ing. Micaela Gracia

2024



Índice

Índice de Contenido

Objetivos generales.....	3
Marco Teórico.....	3
Medidas Altimétricas.....	3
Nivel.....	3
Medición de desnivel con estequiometría.....	4
Cálculo de desnivel.....	4
Incertidumbres y condición del equipo.....	5
Evaluación de existencia de error de eje de colimación.....	5
Evaluación de la precisión del instrumental.....	6
Croquis de relevamiento.....	7
Planillas de campo.....	8
Metodología e Instrumental.....	10
Instrumental:.....	10
Metodología:.....	11
Preparación de la prueba.....	11
Estacionamiento del nivel.....	11
Preparativos.....	11
Estacionamiento.....	11
Relevamiento.....	12
Análisis.....	13
Análisis previo / depuración de datos / corrección de errores sistemáticos.....	13
Versión 1:.....	15
Versión 2:.....	17
Análisis de resultados.....	18
Conclusiones.....	19
Referencias.....	20
Anexo.....	21



Índice de Figuras

Imagen 1. Croquis de medición de desnivel, con nivel.....	3
Imagen 2. Croquis de apoyo para la tarea.....	7
Tabla 1. Observaciones realizadas.....	9
Imagen 3. Instrumental usado.....	10
Imagen 4. Ilustración de la medición del desnivel.....	11
Imagen 5. Nivelación gruesa.....	11
Tabla 2. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.....	14
Tabla 3. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.....	16
Tabla 4. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.....	17

Objetivos generales

- ✓ Aplicar de manera práctica, los distintos métodos de relevamiento topográfico altimétrico vistos en clase. Y adquirir práctica en el manejo de instrumental altimétrico.
- ✓ Evaluar la precisión del instrumental en conjunto con el equipamiento accesorio.

Marco Teórico

Medidas Altimétricas

Refieren a la determinación de la altura o elevación de un punto en relación con un nivel de referencia, generalmente **el nivel del mar**. Este tipo de medición es esencial en estudios de ingeniería, cartografía y topografía, donde es necesario conocer la altitud de diferentes puntos sobre la superficie terrestre. Las medidas altimétricas se utilizan para crear perfiles del terreno, realizar estudios de drenaje, diseñar infraestructuras y en múltiples aplicaciones geográficas y urbanas.

El proceso de relevamiento altimétrico permite obtener una representación **detallada del relieve de una zona**, lo que facilita la toma de decisiones en proyectos de construcción y planificación urbana. Las medidas se pueden obtener utilizando diversos instrumentos, siendo el nivel uno de los más comunes.

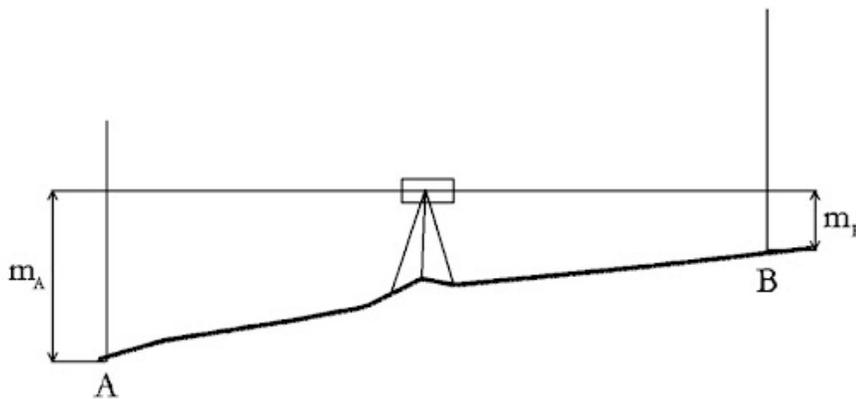


Imagen 1. Croquis de medición de desnivel, con nivel.

Nivel

El nivel es un instrumento topográfico utilizado para medir diferencias de altura entre puntos en el terreno. Funciona bajo el **principio de nivelación**, donde se compara la altura de un punto respecto a otro. Existen diferentes tipos de niveles, como el nivel óptico, el nivel láser y el nivel digital. Cada uno tiene sus características específicas, pero todos comparten el objetivo de proporcionar mediciones precisas de desnivel.



Nivel Óptico: El más tradicional, se compone de un telescopio montado sobre un trípode. A través del telescopio, se observa una mira que se coloca en el punto cuya altitud se desea medir.

Nivel Láser: Utiliza un haz de luz láser para proyectar una línea horizontal que se mide en diferentes puntos del terreno.

Nivel Digital: Similar al nivel óptico, pero incluye tecnología digital que facilita la lectura y almacenamiento de datos.

El uso del nivel implica una serie de pasos básicos:

1. Colocación del nivel en un trípode sobre el terreno.
2. Calibración del instrumento para asegurarse de que esté perfectamente horizontal.
3. Observación de la mira en diferentes puntos del terreno y registro de las lecturas.

Medición de desnivel con estequiometría

La estadimetría es una técnica utilizada para medir desniveles mediante la observación de una mira (también llamada estadía) desde un nivel. El proceso consiste en colocar la mira en los puntos cuyo desnivel se desea medir y observar la lectura en el nivel. Generalmente, se realizan dos lecturas, una hacia adelante (hacia el punto objetivo) y otra hacia atrás (hacia un punto de referencia). La diferencia entre estas lecturas permite calcular el desnivel entre los puntos.

Este método es preciso y relativamente sencillo, pero requiere de buena visibilidad y condiciones estables para obtener resultados fiables.

Cálculo de desnivel

El cálculo del desnivel en topografía se realiza utilizando las lecturas obtenidas con el nivel y una mira (estadía).

Lecturas con el Nivel

Lectura hacia atrás (Hacia B): Es la lectura tomada en un punto de referencia (normalmente el punto más alto) o el punto de partida.

Lectura hacia adelante (Hacia F): Es la lectura tomada en el punto cuyo desnivel queremos conocer en relación con el punto de referencia.

Diferencia de Nivel (ΔH)

La fórmula básica para calcular el desnivel es:

$$\Delta H = \text{HaciaB} - \text{HaciaF}$$



Cálculo Altimétrico (Altura de Instrumento)

Además, se puede utilizar la altura del instrumento (HI) para calcular las cotas o alturas de los puntos:

$$HI = \text{Cota del punto de referencia} + \text{Hacia B}$$

Una vez calculada la altura del instrumento, se puede obtener la cota del punto objetivo:

$$\text{Cota del punto objetivo} = HI - \text{Hacia F}$$

Incertidumbres y condición del equipo

La precisión de un relevamiento altimétrico depende de varios factores, siendo uno de los más importantes la incertidumbre asociada al equipo y al proceso de medición. La incertidumbre se refiere a la variabilidad en las mediciones que puede deberse a errores instrumentales, condiciones ambientales o errores humanos.

1. **Incertidumbre Instrumental:** Los equipos, especialmente aquellos que han sido utilizados durante mucho tiempo, pueden presentar desgaste o descalibración, lo que afecta la precisión de las mediciones. Por ejemplo, un nivel mal calibrado puede generar lecturas incorrectas.
2. **Condiciones Ambientales:** Factores como la temperatura, el viento o las vibraciones pueden afectar la estabilidad del equipo y la precisión de las mediciones.
3. **Errores Humanos:** La colocación incorrecta del nivel, errores en la lectura de la mira o la falta de calibración adecuada del equipo son fuentes comunes de incertidumbre.

Evaluación de existencia de error de eje de colimación

El método inglés se basa en determinar la existencia o no de error de eje de colimación, siendo su procedimiento el siguiente:

Dado un segmento AB, tal que la distancia entre los puntos permite realizar una nivelación geométrica simple (por ej. 40m). estacionar el nivel equidistante al segmento AB y determinar el desnivel (ΔH_{AB}).

Dicho desnivel se considerará libre de error de eje de colimación (ver teórico). Posteriormente, se ubica el nivel en el extremo del segmento, aproximadamente a 1m del punto A y se vuelve a medir el desnivel ($\Delta H'_{AB}$).

Si el desnivel es el mismo, el instrumento se encuentra libre de error de eje de colimación.

Si el desnivel es distinto de cero, y superior a los errores aleatorios del procedimiento.



Existirá un error de eje de colimación y su error será:

$$\Delta H_{AB} = l_A - l_B + (d_B - d_A) \times \tan \varepsilon$$

Evaluación de la precisión del instrumental

La norma ISO 17123-2:2001 establece un procedimiento para evaluar niveles ópticos y digitales. El procedimiento establecido se encuentra destinado a verificaciones en campo sin la necesidad de equipo auxiliar especial y están diseñados deliberadamente para minimizar las influencias atmosféricas.

No se proponen como pruebas de aceptación o evaluaciones de rendimiento que sean más completas por naturaleza. Las pruebas se encuentran influenciadas por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de temperatura; se recomienda un cielo nublado y baja velocidad del viento.

Se recomienda prever las condiciones meteorológicas reales en el momento de la medición y el tipo de superficie sobre el cual se realizan las mediciones. La norma establece dos procedimientos (procedimiento simplificado y completo).

Este procedimiento se adopta para determinar la mejor medida de precisión alcanzable de un nivel particular y su equipo auxiliar en condiciones de campo y requiere la adopción de longitudes de visión iguales (variación máxima $\pm 10\%$)

Normalmente está destinado a pruebas de campo de niveles que se utilizarán para nivelación más precisa, aplicaciones lineales y otros estudios mayores, por ejemplo, en ingeniería civil.

Croquis de relevamiento



Imagen 2. Croquis de apoyo para la tarea.

Aclaración: El desnivel observado fue el que se tenía entre el nivel de suelo del piso y el nivel sobre uno de los bancos que se encontraban en el lugar, con el fin de que el desnivel medido no fuera forzosamente cero. Se puede apreciar dicho hecho en la imagen anterior. Este cambio fue efectuado ya empezada la práctica, en el correr del análisis de esta práctica se verá la influencia de este cambio.



Planillas de campo

LECTURA					
ADELANTE	INTERMEDIA	ATRÁS	COTA	DIFERENCIA DE NIVEL	OPERADOR
Mural L. Da Vinci		Salón 106			
1,350		1,350		0,000	Lucía
0,970		1,330		0,360	
0,950		1,330		0,380	
0,940		1,320		0,380	
0,941		1,320		0,379	Lucía
0,932		1,311		0,379	
0,929		1,308		0,379	
0,923		1,302		0,379	
Salón 106		Mural L. Da Vinci			
1,458		1,079		0,379	Oscar
1,458		1,080		0,378	
1,458		1,080		0,378	
1,460		1,080		0,380	
1,450		1,062		0,388	
1,450		1,062		0,388	
1,450		1,061		0,389	
1,450		1,062		0,388	
1,428		1,040		0,388	
1,428		1,039		0,389	
Mural L. Da Vinci		Salón 106			
1,039		1,418		0,379	Agustin
1,047		1,425		0,378	
1,049		1,426		0,377	
1,060		1,439		0,379	
1,034		1,412		0,378	



1,032		1,420		0,388	
1,042		1,420		0,378	
1,039		1,418		0,379	
1,042		1,421		0,379	
1,039		1,418		0,379	
1,032		1,411		0,379	
Salón 106		Mural L. Da Vinci			
1,341		0,962		0,379	Lucía
1,331		0,952		0,379	
1,309		0,930		0,379	
1,420		1,042		0,378	Oscar
1,421		1,041		0,380	
1,420		1,042		0,378	
1,424		1,046		0,378	Agustin
1,418		1,039		0,379	
1,425		1,046		0,379	
1,419		1,039		0,380	

Tabla 1. Observaciones realizadas.

Metodología e Instrumental

Instrumental:

- 1 Nivel óptico
- 1 Trípode
- 2 Mira
- 2 Niveleta
- 2 Galapagos
- Estrella (para que las patas del trípode no se muevan)
- Cinta métrica
- Lápiz y papel



Imagen 3. Instrumental usado.

Metodología:

Preparación de la prueba

1. Elegir una zona lo más horizontal posible para minimizar los efectos de la refracción.
 2. Determinar 2 puntos (A, B) a una distancia aproximadamente de 60 metros
 3. Colocar las miras sobre puntos fijos y que tengan el menor movimiento posible.
- Se recomienda que el suelo sea estable, y que no esté conformado por asfalto u hormigón, en caso de que le dé luz directa al nivel, utilizar un paraguas.

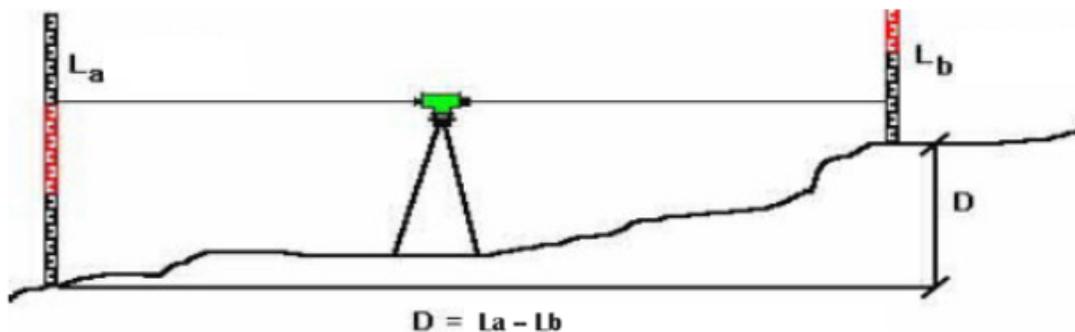


Imagen 4. Ilustración de la medición del desnivel.

Estacionamiento del nivel

Preparativos

1. **Selección del Punto de Estación:** Elegir un punto de estación (ubicación donde se colocará el nivel) adecuado que permita una buena visibilidad de los puntos a medir.
2. **Montaje del Trípode:** Extender las patas del trípode y ajustar su altura. Colocar el trípode sobre el punto de estación asegurándose de que esté bien equilibrado y estable.

Estacionamiento

3. **Colocación del nivel:** Fijar el nivel en la base del trípode y asegurar firmemente.
4. **Nivelación Gruesa del Trípode:** Ajustar las patas del trípode para nivelar lo más cerca posible usando el nivel de burbuja del trípode.
5. **Nivelación Fina:** Utilizar los tornillos nivelantes para centrar la burbuja del nivel esférico o tubular en el aparato.

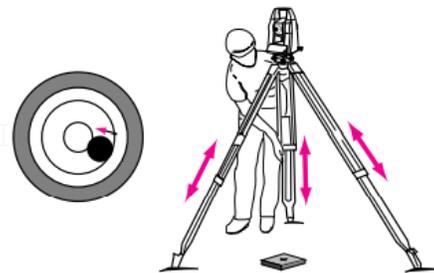


Imagen 5. Nivelación gruesa.



Relevamiento

La Norma recomienda dejar un par de minutos para que el instrumental se aclimate con la temperatura ambiente (2 min por grado Celsius de diferencia).

- Realizar 2 series de medidas Lectura Atrás (Punto A) – Lectura Adelante (Punto B) estando el nivel equidistante a los puntos:
 - Realizar 10 mediciones, para cada ΔH , cambiando el plano colimador en cada desnivel
 - Luego realizar otras 10 mediciones, pero con Lectura Atrás (Punto B) – Lectura Adelante (Punto A).
- Luego de las 20 mediciones, intercambiar las miras y volver a realizar las 20 mediciones de igual forma que el punto anterior.

Análisis

El análisis se basará en evaluar si el instrumental, en este caso el nivel óptico, **presenta error de eje de colimación según los cálculos de la norma ISO 17123-2:2001** que toma en cuenta las alturas de las miras y realiza los cálculos correspondientes para la determinación de errores posibles, si los llega a presentar, y la precisión del instrumento.

El procedimiento de cálculos a realizar para la revisión de si existe presencia de un error en el eje de colimación será el siguiente:

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j} ; j = 1, \dots, 40$$

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \text{ donde } \bar{d}_1 \text{ es la media aritmética de los } \Delta H_{AB} \text{ para la primera serie de medidas}$$

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} \text{ donde } \bar{d}_2 \text{ es la media aritmética de los } \Delta H_{AB} \text{ para la segunda serie de medidas}$$

Los residuales van a ser:

- $r_j = \bar{d}_1 - d_j$ para $j = 1, \dots, 20$
- $r_j = \bar{d}_2 - d_j$ para $j = 21, \dots, 40$

Entonces la desviación estándar experimental será:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}}$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1000m}{60m}} = s \times 2,89 \text{ (desviación estándar por kilómetro en nivelaciones de doble recorrido).}$$

Análisis previo / depuración de datos / corrección de errores sistemáticos

Previo a la realización de los cálculos pertinentes que permitan asegurar si existe un error en el plano colimador, se realizará una revisión de valores atípicos. Esto buscando valores que se alejan del promedio del valor del desnivel calculado entre la medida adelante menos la medida atrás.

Para saber a grandes rasgos qué valores no son coherentes, se tomará como valores atípicos los que se alejen más de 2 mm (que es lo que se considerara aceptable en esta práctica) de la medida más repetida (moda de la muestra). Se verá esto enmarcado en la tabla de datos para que sea más explícito.



ADELANTE	INTERMEDIA	ATRÁS	COTA	DIFERENCIA DE NIVEL	Ref
Mural L. Da Vinci		Salón 106			
1,350		1,350		0,000	1
0,970		1,330		0,360	2
0,950		1,330		0,380	
0,940		1,320		0,380	
0,941		1,320		0,379	
0,932		1,311		0,379	
0,929		1,308		0,379	
0,923		1,302		0,379	
Salón 106		Mural L. Da Vinci			
1,458		1,079		0,379	
1,458		1,080		0,378	
1,458		1,080		0,378	
1,460		1,080		0,380	
1,450		1,062		0,388	3
1,450		1,062		0,388	4
1,450		1,061		0,389	5
1,450		1,062		0,388	6
1,428		1,040		0,388	7
1,428		1,039		0,389	8
Mural L. Da Vinci		Salón 106			
1,039		1,418		0,379	
1,047		1,425		0,378	
1,049		1,426		0,377	
1,060		1,439		0,379	
1,034		1,412		0,378	
1,032		1,420		0,388	9
1,042		1,420		0,378	
1,039		1,418		0,379	
1,042		1,421		0,379	
1,039		1,418		0,379	
1,032		1,411		0,379	
Salón 106		Mural L. Da Vinci			
1,341		0,962		0,379	
1,331		0,952		0,379	
1,309		0,930		0,379	
1,420		1,042		0,378	
1,421		1,041		0,380	
1,420		1,042		0,378	
1,424		1,046		0,378	
1,418		1,039		0,379	
1,425		1,046		0,379	
1,419		1,039		0,380	

Tabla 2. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.

Antes de continuar se analiza qué tipo de valores atípicos se tiene, si se tratan de errores de medición, si son esporádicos, si hubo un cambio de las condiciones al medir o si se trató de un error sistemático (proveniente de la falta de práctica al usar el nivel).



Para el primer set de valores (1) que se encuentra con un desnivel de 0 mm, esto fue causado pues en una primera instancia se iba a realizar la practica exclusivamente en el hall del piso uno de Facultad de Ingeniería, pero luego de realizar esta primera observación y constatar que este piso contaba con desnivel cero se opto por parte de la docente el usar uno de los bancos que se encuentran amurados al suelo en dicho lugar para así tener un desnivel apreciable entre los puntos a tomar.

Para el segundo set de valores (2) el error en la medición se debe a la falta de práctica con el instrumental, al observar mal o contar mal los espacios que están divididos al centímetro. Pues el valor de desnivel difiere en 1cm exacto contra el valor esperado. Lo mismo sucede para el set (9).

Para los restantes valores atípicos es la misma justificación anterior, pero dada la periodicidad de estas, al ser sets consecutivos realizados por un mismo observador y en las mismas condiciones estos se podrían llegar a considerar como errores sistemáticos. Y ser corregidos si se sabe donde y cuando fue generado el error. Como esto no es un método 100% asegurado se realizará tanto un análisis manteniendo y corrigiendo estos errores y otro eliminando todas estas medidas para el cálculo.

Versión 1:

Prom (pos depuración) (d1)

0,379

Prom (pos depuración) (d2)

0,379

LECTURA		DIFERENCIA DE NIVEL	Residual
ADELANTE	ATRÁS		
Mural L. Da Vinci	Salón 106		
1,350	1,350	0,000	0,379
0,970	1,330	0,360	0,019
0,950	1,330	0,380	-0,001
0,940	1,320	0,380	-0,001
0,941	1,320	0,379	0,000
0,932	1,311	0,379	0,000
0,929	1,308	0,379	0,000
0,923	1,302	0,379	0,000
Salón 106	Mural L. Da Vinci		
1,458	1,079	0,379	0,000
1,458	1,080	0,378	0,001



1,458	1,080	0,378	0,001
1,460	1,080	0,380	-0,001
1,450	1,062	0,388	-0,009
1,450	1,062	0,388	-0,009
1,450	1,061	0,389	-0,010
1,450	1,062	0,388	-0,009
1,428	1,040	0,388	-0,009
1,428	1,039	0,389	-0,010
Mural L. Da Vinci	Salón 106		
1,039	1,418	0,379	0,000
1,047	1,425	0,378	0,001
1,049	1,426	0,377	0,002
1,060	1,439	0,379	0,000
1,034	1,412	0,378	0,001
1,032	1,420	0,388	-0,009
1,042	1,420	0,378	0,001
1,039	1,418	0,379	0,000
1,042	1,421	0,379	0,000
1,039	1,418	0,379	0,000
1,032	1,411	0,379	0,000
Salón 106	Mural L. Da Vinci		
1,341	0,962	0,379	0,000
1,331	0,952	0,379	0,000
1,309	0,930	0,379	0,000
1,420	1,042	0,378	0,001
1,421	1,041	0,380	-0,001
1,420	1,042	0,378	0,001
1,424	1,046	0,378	0,001
1,418	1,039	0,379	0,000
1,425	1,046	0,379	0,000
1,419	1,039	0,380	-0,001

Tabla 3. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.

Dado los valores obtenidos y habiendo depurado todos los valores marcados en color rojo en la tabla anterior, se obtuvo que:

S
0,0007095770137

Siso-lev
0,002048372399



Versión 2:

LECTURA		DIFERENCIA DE NIVEL	Residual
ADELANTE	ATRÁS		
Mural L. Da Vinci	Salón 106		
1,350	1,350	0,000	0,379
0,970	1,330	0,360	0,019
0,950	1,330	0,380	-0,001
0,940	1,320	0,380	-0,001
0,941	1,320	0,379	0,000
0,932	1,311	0,379	0,000
0,929	1,308	0,379	0,000
0,923	1,302	0,379	0,000
Salón 106	Mural L. Da Vinci		
1,458	1,079	0,379	0,000
1,458	1,080	0,378	0,001
1,458	1,080	0,378	0,001
1,460	1,080	0,380	-0,001
1,450	1,072	0,378	0,001
1,450	1,072	0,378	0,001
1,450	1,071	0,379	0,000
1,450	1,072	0,378	0,001
1,428	1,050	0,378	0,001
1,428	1,049	0,379	0,000
Mural L. Da Vinci	Salón 106		
1,039	1,418	0,379	0,000
1,047	1,425	0,378	0,001
1,049	1,426	0,377	0,002
1,060	1,439	0,379	0,000
1,034	1,412	0,378	0,001
1,032	1,420	0,388	-0,009
1,042	1,420	0,378	0,001
1,039	1,418	0,379	0,000
1,042	1,421	0,379	0,000
1,039	1,418	0,379	0,000
1,032	1,411	0,379	0,000
Salón 106	Mural L. Da Vinci		
1,341	0,962	0,379	0,000
1,331	0,952	0,379	0,000
1,309	0,930	0,379	0,000
1,420	1,042	0,378	0,001
1,421	1,041	0,380	-0,001
1,420	1,042	0,378	0,001
1,424	1,046	0,378	0,001
1,418	1,039	0,379	0,000
1,425	1,046	0,379	0,000
1,419	1,039	0,380	-0,001

Tabla 4. Observaciones realizadas, marcado en color los valores atípicos.



Esta tabla anterior es producto de usar en la sección amarilla las versiones corregidas de los sets de datos. Y calculando los valores de los promedios nuevamente, estos fueron:

Prom (pos depuración) (d1)
0,379

Prom (pos depuración) d2
0,379

Se puede ver que estos valores coinciden con los obtenidos al depurar la muestra en la sección anterior. Este caso en específico se contaba con el testimonio del observador que declaró que el error se encontraba en una de las mediciones realizadas por él en su medida hacia el mural, y se pudo corregir el set.

A continuación se calculan nuevamente las desviaciones para ver si estas se ven alteradas de alguna manera.

S
0,0007196157568

Siso-lev
0,002077351755

Se puede apreciar que las diferencias entre depurados o corregidos estos valores son casi despreciable.

Análisis de resultados

Dada la metodología implementada en el desarrollo de esta práctica, los errores en el eje de colimación en caso de existir fueron minimizados al punto de ser no apreciables; esto debido al hecho de que la nivelación fue efectuada situando el nivel aproximadamente en el punto medio de la nivelación (a 25 metros de cada mira).

La información que se puede extraer acerca de la calidad de los datos obtenidos es del factor desviación de la muestra obtenida post depuración, la cual deja ver que tanto a priori se alejaron los valores relevados del valor "real" de desnivel.

Para estar más seguro del valor real se podría haber realizado la medición con otro instrumento de la altura del banco que se usó para la generación del desnivel observado.



Como se ve en la desviación obtenida S , a priori las mediciones siguen una distribución normal que cuando se efectúan suficientes mediciones el promedio se asimila al **valor real**. Además de que el valor obtenido es menor a 1 mm por lo cual se puede decir que el resultado obtenido es bueno. Al ver el valor obtenido de S iso-lev que relaciona el valor de S de la muestra con el de la norma ISO para saber si la muestra cumple ser aceptable, se pudo ver que era de 2 mm aproximadamente, lo cual para haberse realizado por observadores con poca experiencia en la lectura de miras y habiéndose medido con reglas de 1 cm de precisión segura y estimando al mm, podría considerarse un buen resultado.

Conclusiones

Impacto de Usar Valores Corregidos vs. Valores con Errores Sistemáticos

Valores Corregidos: Los valores corregidos eliminan el efecto de los errores sistemáticos, proporcionando mediciones más precisas y confiables. Esto es esencial en trabajos topográficos, ya que los errores acumulados pueden distorsionar los resultados finales, afectando la precisión de la cartografía y el análisis urbano. Al corregir estos errores, se minimiza el riesgo de desviaciones significativas en las mediciones.

Valores con Errores Sistemáticos: Si no se corrigen los errores sistemáticos, estos pueden introducir distorsiones importantes en los resultados. En el contexto de este trabajo, los errores sistemáticos no corregidos podrían llevar a una representación incorrecta de los desniveles y, por ende, a errores en el diseño y planificación urbana basados en esos datos.

Factores que Pueden Influir en las Mediciones

Aseguramiento del Trípode: La estabilidad del trípode es crucial para obtener mediciones precisas. Un trípode bien asegurado facilita la nivelación del instrumento y evita movimientos no deseados. En este trabajo, un trípode correctamente asegurado pudo haber reducido significativamente los errores de medición, mejorando la consistencia de los datos. Sin embargo, cualquier leve movimiento del nivel debido a un trípode mal asegurado podría haber introducido variaciones en las lecturas, afectando la precisión de los resultados.

En este caso, la práctica fue llevada a cabo en un piso con baldosas grandes de cerámica donde el trípode no se podía encontrar con las patas clavadas en el piso y para asegurarlas se utilizó una estrella. Aunque con cualquier movimiento en el trípode hacía que la burbuja se moviera del centro del nivel, debido a un rose o personas caminando cerca de éste.

El uso de un trípode bien asegurado no solo mejoró la precisión de las mediciones, sino que también facilitó la toma de datos, al reducir el tiempo necesario para nivelar el instrumento en



cada posición. Esto permitió una recolección de datos más eficiente y minimizó la posibilidad de errores durante el proceso.

Error de Colimación

El análisis realizado muestra que no hubo un error significativo en el eje de colimación, ya que las diferencias de nivel obtenidas son consistentes y están dentro del rango de aceptación (menos de 2 mm). Esto implica que el equipo estaba bien **ajustado** y no requería corrección adicional. No obstante, es importante seguir monitoreando este aspecto en futuros trabajos, ya que un error de colimación no detectado podría afectar la precisión de las mediciones en otros contextos.

Referencias

- ❖ **International Organization for Standardization (ISO).** *ISO 17123-2:2001. Optics and Optical Instruments - Field Procedures for Testing Geodetic and Surveying Instruments - Part 2: Levels.*
- ❖ **Instituto Geográfico Nacional de España (2017).** *Norma Técnica de Geodesia y Cartografía: Observación y Procesamiento de Datos de Nivelación Geométrica.*
- ❖ **Schofield, W., & Breach, M. (2007).** *Engineering Surveying (6th ed.). Butterworth-Heinemann.*
- ❖ *Notas del curso de Topografía Altimetría. 2024. Facultad de Ingeniería (FING) - Udelar.*



Anexo

ESTACION	PUNTO	DISTANCIA	Plancha parand			COTA	OBSERVACIONES	
			ADELANTE	INTERMEDIA	ATRÁS			
Lucía	1	25m	1.350		1.350			
			0.970		1.330		0,36	
			0.950		1.330			
			0.940		1.320			
			0.941		1.320		0,419	
			0,932		1,311		0,379	
			0,929		1,308		0,379	
			0,923		1,302		0,379	
OSCAR			1.450		1.070		0,379	
			1,458		1,080		0,378 -	
			1,457		1,080		0,377	
			1,460		1,080		0,380	
			1,450		1,062		0,388 -	
			1,450		1,062			
			1,450		1,062			
			1,450		1,062			
			1,428		1,040		0,388	
			1,428		1,038		0,383	

ESTACION	PUNTO	DISTANCIA	Plancha			COTA	OBSERVACIONES			
			ADELANTE	INTERMEDIA	ATRÁS					
AGUS			1,034		1,418		0,379			
			1,042		1,425		0,378			
			1,049		1,426		0,377			
			1,060		1,439		0,379			
			1,024		1,472		0,378			
			1,032		1,420		0,388			
			1,042		1,490		0,378			
			1,039		1,418		0,379			
			1,042		1,421		0,379			
			1,039		1,418		0,379			
			1,022		1,427		0,379			
			OSCAR			1,341		0,962		0,379
						1,331		0,952		0,379
1,309		0,930					0,379			
1,420		1,042					0,378			
1,426		1,041					0,378			
1,420		1,042					0,378			
1,424		1,046					0,378			
1,418		1,039					0,379			
AGUS			1,425		1,046		0,379			
			1,419		1,039		0,380			